

JP 06341016 A WPI.txt

AN 1995-064047 [09] WPIDS  
 DNC C1995-028570  
 TI Spun-dyed black polyamide fibre having high toughness - contg. carbon  
 black particles finely dispersed and of specified strength and elongation.  
 DC A23 A94 F01  
 PA (TORA) TORAY IND INC  
 CYC 1  
 PI JP 06341016 A 19941213 (199509)\* 6p D01F006-90 <--  
 JP 3265714 B2 20020318 (200222) 6p D01F006-90  
 ADT JP 06341016 A JP 1993-127225 19930528; JP 3265714 B2 JP 1993-127225  
 19930528  
 FDT JP 3265714 B2 Previous Publ. JP 06341016  
 PRAI JP 1993-127225 19930528  
 IC ICM D01F006-90  
 ICS C08K003-04; C08L077-00; D01F001-04; D01F006-60  
 AB JP 06341016 A UPAB: 19950306  
 Fibre having high toughness is a polyamide fibre contg. C black particles  
 dispersed as finely as 300 microns or less, and having a strength of 8.0  
 g/d or higher and an elongation of 22% or greater.  
 Fibre is pref. obtained using C black of the channel process, not of  
 the furnace process, and by use of an appropriate dispersant such as  
 amides of higher fatty acids, waxes, etc.  
 USE/ADVANTAGE - This is a spun-dyed polyamide fibre having a high  
 toughness and a good weatherability, and is used in such an industrial  
 area as fishnets, belts, ropes, nets for construction, tarpaulins, etc.  
 Dwg. 0/0  
 FS CPI  
 FA AB; GI  
 MC CPI: A05-F01E1; A08-E02; A12-S05N; F01-D03; F03-F06; F03-F17; F03-F30

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-341016

(43) 公開日 平成6年(1994)12月13日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
D 0 1 F 6/90	3 0 1	7199-3B		
C 0 8 K 3/04				
C 0 8 L 77/00	KKQ			
D 0 1 F 1/04		7199-3B		
6/60	3 1 1 C	7199-3B		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平5-127225	(71) 出願人	000003159 東レ株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
(22) 出願日	平成5年(1993)5月28日	(72) 発明者	松崎 初雄 愛知県岡崎市矢作町字出口1番地 東レ株式会社岡崎工場内
		(72) 発明者	斎藤 磯雄 愛知県岡崎市矢作町字出口1番地 東レ株式会社岡崎工場内
		(72) 発明者	長谷川 健二 愛知県岡崎市矢作町字出口1番地 東レ株式会社岡崎工場内

(54) 【発明の名称】 高タフネス黒原着ポリアミド繊維

## (57) 【要約】

【目的】 強度8.0 g/d以上、伸度22%以上の高タフネスを有し、かつ耐候性にすぐれ、産業資材用途に適した黒原着ポリアミド繊維を提供する。

【構成】 ポリアミド繊維中に、300mμ以下に微分散されたカーボンブラック粒子を0.2~1.0重量%含有し、強度8.0 g/d以上、伸度22%以上の特性を有する高タフネス黒原着ポリアミド繊維。カーボンブラック粒子として、チャンネル法で製造されたカーボンブラックを用いる。カーボンブラック粒子の含有量は、0.2~1.0重量%である。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリアミド繊維中に、300m $\mu$ 以下に微分散されたカーボンブラック粒子を含有し、強度8.0g/d以上、伸度22%以上の特性を有することを特徴とする高タフネス黒原着ポリアミド繊維。

【請求項2】 カーボンブラック粒子が、チャンネル法で製造されたカーボンブラックであることを特徴とする請求項1記載の高タフネス黒原着ポリアミド繊維。

【請求項3】 カーボンブラック粒子を、0.2~1.0重量%含有することを特徴とする請求項1または2記載の高タフネス黒原着ポリアミド繊維。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高タフネス黒原着ポリアミド繊維に関するものであり、さらに詳しくは、強靱性および耐久性にすぐれ、漁網、ベルト、紐、土木ネット、およびターボリンなどの産業資材用途に適した高タフネス黒原着ポリアミド繊維に関するものである。

【0002】

【従来の技術】黒原着ポリアミド繊維は、すぐれた強靱性や耐久性を有し、かつ染色することなく使用可能であることから、漁網、ベルト、紐、土木ネット、およびターボリンなどの産業資材用途に好まれて使用されている。

【0003】そして、上記産業資材用途においては、軽量化および経済性の点から、材料使用量を減少させることが要求されており、一方で常に強度および伸度を高めること、すなわち高タフネス化が必要とされている。

【0004】しかるに、黒原着ポリアミド繊維は、カーボンブラック粒子を含有させることにより得ることができ、この場合カーボンブラック粒子が繊維中で異物として作用するため、製糸工程で糸切れが発生し易く、従来糸以上の高タフネス糸を得ることが困難であり、例えば、強度が8.0g/dで伸度が22%以上の高タフネスポリアミド繊維を工業的に製造することは困難であった。

【0005】上記の問題は、カーボンブラック自身の1次粒子径は通常数十m $\mu$ と微細であるにもかかわらず、ポリアミドポリマとブレンドして繊維化した時に、その一部が約十倍以上の粒子径に凝集した粒子として繊維中に分散し、それらが異物として作用することに起因している。

【0006】このような異物を除去するために、紡糸バック中で濾過を強化する試みもなされているが、この場合には急激な濾圧の上昇を生ずるため、バックフィルターの交換周期を速めることになり、実際には解決に至っていない。

【0007】したがって、高タフネス黒原着ポリアミド繊維の製造については、カーボンブラック粒子を如何に微分散させるかが重要なポイントであり、かかるカーボ

2

ンブラック粒子の分散性を改善する技術としては、例えば特開平3-220313号公報記載の方法が提案されている。

【0008】すなわち、上記特開平3-220313号公報の技術は、「一次粒子が20m $\mu$ 以下のカーボンブラックを含む黒原着ポリアミド繊維を紡出するに際して、脂肪酸アミドをポリアミドの重量を基準として0.05重量%以上含有せしめたポリアミドを用いることを特徴とするポリアミド繊維の製造方法」を開示するものである。

【0009】しかしながら、この技術を産業資材用の黒原着ポリアミド繊維の製造に適用すると、従来技術よりは若干高いレベルのタフネス繊維が得られるものの、産業資材用途で求められているレベル、すなわち強度8.0g/d以上、伸度22%以上の高タフネス繊維を得ようとする場合には、延伸工程で糸切れが頻発し、かつ延伸ロールの表面が急激に摩耗してしまい、工業的生産ができないという問題があった。

【0010】一方、カーボンブラック粒子がポリアミド繊維中で異物として作用し、糸切れや高タフネス化の障害となることを避けるため、カーボンブラックに替えて有機顔料を採用することも行なわれているが、この方法によっては、確かにカーボンブラックによる障害は避けられるものの、カーボンブラック含有黒原着ポリアミド繊維の特徴でもあるすぐれた耐候性が失われ、かつ一般に高価格になるという問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した従来技術における問題点を解決するためになされたものであり、強度8.0g/d以上、伸度22%以上の高タフネスを有し、かつ耐候性にすぐれ、産業資材用途に適した黒原着ポリアミド繊維の提供を目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、ポリアミド繊維中に、300m $\mu$ 以下に微分散されたカーボンブラック粒子を含有し、強度8.0g/d以上、伸度22%以上の特性を有することを特徴とする。

【0013】また、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、カーボンブラック粒子として、チャンネル法で製造されたカーボンブラックを用いたことを特徴とする。

【0014】さらに、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、カーボンブラック粒子の含有量が、0.2~1.0重量%であることを特徴とする。

【0015】本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、強度が8.0g/d以上、伸度が22%以上、好ましくは強度が8.2g/d以上、伸度が24%以上の高タフネス特性を有する。

【0016】カーボンブラックを含有しないポリアミド繊維の場合は、上記レベルの高タフネスが得られるが、カーボンブラックを0.2~1.0重量%含有するポリアミド繊維であって、かつ上記の高タフネス特性を有するものが、工業的に製造された例はいまだに見当たらない。

【0017】本発明で用いるポリアミドポリマとしては、ナイロン6、ナイロン66、およびナイロン46などが挙げられ、これらを相互に組合わせた共重合ポリマまたはブレンドポリマなども使用できる。

【0018】そして、高タフネスを達成するためには、硫酸相対粘度で3.0以上の高分子量ポリアミドを適用するのが望ましい。ここでいう硫酸相対粘度とは、試料濃度1%の硫酸溶液を25℃で測定した値である。

【0019】本発明の高タフネスポリアミド繊維は、黒原着成分として繊維中に300mμ以下に微分散された好ましくは、チャンネルタイプのカーボンブラックを0.2~1.0重量%含むことを特徴とする。

【0020】ここでいうチャンネルタイプカーボンブラックとは、チャンネル法で製造されたカーボンブラックのことである。

【0021】従来の黒原着ポリアミド繊維は、一般にファーンスタイプカーボンブラックが用いられており、例えば上記特開平3-220313号公報に記載の実施例でもファーンスタイプカーボンブラックが使用されている。

【0022】ファーンスタイプカーボンブラックは、ポリアミドポリマ中への分散性が劣るが、さらに重大な欠点は、このカーボンブラックを含むポリアミド繊維は製糸工程で接触する金属類、例えばロール、熱板、およびガイドなどを摩耗させ、かつ摩耗の進んだ部分の金属と接触したポリアミド繊維が、しばしば糸切れしてしまうことである。

【0023】かかる現象は従来から認められており、このような金属の摩耗に係る障害を避けるためには、黒原着ポリアミド繊維の製糸工程およびこの繊維を用いた製品加工工程で接触するロール、熱板およびガイドなどの交換頻度を高めて対策してきたのが実情である。

【0024】特に近年、高タフネス化および生産の効率化の要求に対処する製糸方法として、直接紡糸延伸法が採用されるようになったことから、上記欠点が致命的となっていた。

【0025】すなわち、ファーンスタイプカーボンブラックを含有するポリアミド繊維を直接紡糸延伸法で製糸すると、強度8.0g/d以上、伸度22%以上の高タフネス繊維が得られないばかりか、特に高張力にかかる延伸ロールの表面が摩耗してしまい、摩耗が進むに従って糸切れが頻発するため、工業的な生産を断念せざるを得ないのが実情であった。

【0026】本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維

は、繊維中にチャンネルタイプカーボンブラック粒子が300mμ以下、好ましくは250mμ以下に微分散されていることが特徴である。

【0027】カーボンブラック粒子の微分散の状態は、透過型電子顕微鏡によって、例えば超薄切片法で試料調整し、(株)日本電子製TEM1200EXを用い、加速電圧100KVで観察した写真によって確認することができる。

【0028】本発明において、カーボンブラック粒子が微分散された状態とは、上記写真において、粒子の大きいものから順次20ケを選び、その平均値が300mμ以下、好ましくは250mμ以下であることを意味する。

【0029】チャンネルタイプカーボンブラックは、比較的ポリアミドポリマ中への分散性が良いが、さらに分散性を改善するために、一般には分散剤を併用することが望ましい。

【0030】ここでいう分散剤としては、高級脂肪酸アミド化合物、例えばエチレンビスステアリルアミド、ステレンビスステアリルアミド、ステアリン酸アミド、パルミチン酸アミドなど、およびパラフィン、ワックス、高級脂肪酸、モノグリセリンのエステル、高級脂肪酸アルコール、金属石鹸などが用いられる。

【0031】また、分散効果を有するポリマとしては、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン46、ナイロン610、ナイロン11、ナイロン12などの2元、3元または4元共重合ポリマなどがあり、これらを適用することができる。

【0032】カーボンブラックは、通常ポリアミドに対し10~40重量%の高濃度で重合時添加またはブレンドされてマスターチップとされる。次いでこのマスターチップをナイロンポリマとブレンドして製糸することにより、本発明の黒原着ポリアミド繊維が製造される。

【0033】カーボンブラック濃度は、ポリアミド繊維に対し0.2~1.0重量%が適当である。0.2重量%未満では黒の着色が不十分であり、1.0重量%を越えると繊維物性の低下を生ずることがある。

【0034】また、上記分散剤の添加量は、ポリアミド繊維に対し0.01~0.1重量%、ナイロン共重合ポリマの場合は0.1~1.0重量%の範囲が好ましい。なお、分散剤を予めマスターチップ中に混合させておくのが、カーボンブラック粒子のポリアミド中への分散効果が良好であることから望ましい。

【0035】マスターチップとして用いるポリマは、一般に本発明に係る高タフネス黒原着ポリアミドと同種のものが用いられるが、重合度およびポリアミド種の異なるポリマを用いることもできる。

【0036】本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維の表面を、FE-SEMで5000倍または10000倍で観察すると、フィラメントの表面には約100~3

5

0.0mmの凹凸がほぼ均一に分散しており、従来のファーンスタイプカーボンブラックを含有する黒原着ポリアミド繊維に観察される、フィラメントの表面全域に形成され、繊維軸に平行な亀裂やカーボンブラック粒子を含んだフィッシュアイ状の亀裂などが認められないことが特徴である。

【0037】次に、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維の製造法の実例について説明する。

【0038】まず、黒原着マスターチップを製造するため、硫酸相対粘度3.0以上のポリアミドポリマを10部、1次粒子径が20mm以下のチャンネルタイプカーボンブラックを10～30部、前記分散剤を1～10部、またはナイロン共重合ポリマ10～40部を、2軸型エクストルーダーを用いて混合熔融し、紡出する。紡出したガットを冷水浴中に導いて冷却固化させた後、数mmの円筒状チップに切断してマスターチップとする。マスターチップは一旦乾燥して0.1%未満の水分率とする。

【0039】上記マスターチップと、別に準備したポリアミドチップとを別々のホッパーに仕込み、それぞれホッパーの下に設置した計量ブレンダーで計量した後、ブレンドする。ブレンド率はポリアミド繊維中のカーボン濃度が0.2～1.0重量%となるよう調整する。

【0040】ブレンドしたチップは、連続して紡糸機で熔融し、紡糸バック中で濾過した後、口金細孔より紡出する。次に、紡出糸条に冷風を吹き付けて冷却固化させた後油剤を付与する。

【0041】油剤は、一般に用られる平滑剤と活性剤を主成分とし、微量の制電剤および極圧剤などを含む。本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、直接紡糸延伸法で製造されるため、非水系油剤を付与することが好ましい。前記固化した糸条に低粘性の鉱物油で希釈した油剤を付与した後、引取りロールで引取り、引続いて給糸ロールとの間で1～10%のストレッチを掛けながら、原油剤を付与する。油剤の付与量は、製品糸として0.5～1.5重量%となるよう調整するのが望ましい。

【0042】従来のファーンスタイプカーボンブラックを含有する黒原着ポリアミド繊維の場合は、前記引取りロールと給糸ロール間でストレッチをかけた際に生ずるプレストレッチ張力が、約4倍程度にアップするのに対し、本発明に係る高タフネス黒原着ポリアミド繊維の製造方法においては、カーボンブラックを含有しないポリアミド繊維の場合とほぼ同レベルの低いプレストレッチ張力に保つことができる。

【0043】例えば、ストレッチを5%にした時、本発明にかかるポリアミド繊維の張力は、延伸後の繊維のデニール当たり0.2～0.4gであるのに対し、ファーンスタイプカーボンブラックを使用する場合は0.9～1.4gである。

6

【0044】次に、前記給糸ロールと2対のネルソンロールで2段の熱延伸を行なった後、リラックスロールとの間で2～10%の弛緩熱処理をして撹取る。引取りロールの速度、すなわち紡糸速度は300～1000m分、延伸速度は1500～4000m/分の範囲が好適である。延伸に適用する最高の温度は、ポリアミドの融点および該融点から40℃低い温度との間に設定するのが望ましい。

【0045】かくして製造された本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、強度8.0g/d以上、伸度22%以上の高タフネスを有している。

【0046】そして、TEMで超薄切片法で観察したカーボンブラックの分散状態は、一部最大粒径が200～300mmのものもあるが、大部分はさらに微細な粒子として均一に分散している。

【0047】また、FE-SEMで観察したフィラメントの表面は、100～300mm程度の凹凸が均一に分散しているものの、繊維軸方向の亀裂は観察されない。

【0048】そして、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、従来の黒原着ポリアミド繊維と同等のすぐれた耐候性を保持している。

【0049】さらに別の効果として、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、カーボンブラックが微分散した結果として、従来より数十%含有量が少なくても鮮明な黒色に発色するという利点も認められる。

【0050】次に、実施例より、本発明の実施態様について具体的に説明する。

【0051】

【実施例1～3】硫酸相対粘度3.4のナイロン6チップに、チャンネルタイプのカーボンブラック（「スペシャルブラック」）を20重量%、およびエチレンビステアリルアミドを2重量%混合してマスターチップを製造した。

【0052】上記マスターチップ1重量部と、マスターチップに用いたと同じナイロン6チップ39重量部を計量混合しながら、エクストルーダー型紡糸機で熔融した。熔融ポリマを紡糸バック中で、平均孔径20mmの金属不織布を通して濾過した後、孔径0.5mm、孔数28の口金を通して紡糸した。

【0053】紡糸糸条を20℃の冷風で冷却固化させた後、炭素数C13の高級炭化水素で20重量%に希釈した油剤を付与し、引取りロールで500m/分の速度で引取った。

【0054】次いで、引取糸条に対し、引取りロールと50℃に加熱された給糸ロールとの間で、5%のストレッチをかけながら原油剤を付与した。油剤は原糸に対し約1重量%となるよう付与したが、引取りロール前で約0.2重量%、残りを引取りロールと給糸ロール間で付与した。

【0055】上記5%のストレッチをかけた時の張力

7

は、カーボンブラックを添加しないポリマを製糸した場合と同レベルの低張力であった。

【0056】引き続き、糸条を給糸ロールと120℃に加熱されたネルソソタイプの第1延伸ロールとの間で、3.0倍に延伸し、さらに210℃に加熱されたネルソソタイプの第2延伸ロールとの間で1.5倍に延伸した。

【0057】さらに、延伸された糸条を、120℃のネルソソタイプのリラックスロールとの間で、8%の弛緩熱処理をして捲取った。

【0058】上記の方法により、840D-28filの黒原着ポリアミド繊維が得られた。

【0059】この黒原着ポリアミド繊維について、マスターチップ組成、黒原着ポリアミド繊維成分および5%ストレッチ時張力を表1に、また繊維物性およびカーボンブラックの分散性を表2に、それぞれ実施例1として示した。

【0060】なお、表2中EBAはエチレンビスステアリンアミドを意味し、またロール摩耗性の評価結果は下記の内容を示す。

20

8

◎…1ヶ月後ほとんど摩耗なし

×…3日後著しく摩耗。

【0061】表1の結果から明らかなように、本発明の黒原着ポリアミド繊維は、強度、伸度共に高く高タフネスで、かつカーボンブラックの分散性がよく、ロール摩耗を生じないばかりか、すぐれた耐候性も保有するものであった。

【0062】また、実施例1と同様チャンネルタイプカーボンブラックを用い、表1に示したように若干条件を変更したマスターチップを用い、同様に製糸した結果を、表1および表2に実施例2、実施例3として示した。

【0063】表2の結果から明らかなように、この実施例1および実施例2における黒原着ポリアミド繊維も、高タフネスで、かつカーボンブラックの分散性がよく、ロール摩耗を生じることかせなく、しかもすぐれた耐候性を有するものであった。

【0064】

【表1】

	マスターチップ組成			黒原着ポリアミド繊維成分			5%ストレッチ時張力 (g/d)
	ポリアミド (相対粘度 η <sub>r</sub> )	黒原着成分 (%)	分散剤 (%)	ポリアミド (相対粘度 η <sub>r</sub> )	黒原着成分含有量 (%)	分散剤含有量 (%)	
実施例1	N6 (3.4)	チャンネル "スベシヤグ ラック" (20)	EBA (2)	N6 (3.4)	0.5	0.05	0.33
実施例2	N6 N6 (3.0)	チャンネル "スベシヤグ ラック" (20)	N6/N68/N 810/N12 四元共重 合体 (20)	N6 (3.4)	0.5	0.50	0.25
実施例3	N6 (3.4)	チャンネル "スベシヤグ ラック" (15)	EBA (2) /ステアリン酸 カルシウム (1)	N6 (3.4)	0.5	0.38 /0.19	0.3
比較例1	N6 (3.4)	ファース "ビグメント ブラック" (40)	無	N6 (3.4)	0.5	0	1.04
比較例2	N6 (3.4)	ファース "ダイヤモンド ブラック" (20)	EBA (2)	N6 (3.4)	0.5	0.05	1.19
比較例3	N6 (3.4)	ファース "ダイヤモンド ブラック" (20)	EBA (10)	N6 (3.4)	0.5	0.25	0.48
比較例4	N6 (3.2)	有機顔料 "スピリット ラック" (15)	無	N6 (3.4)	0.5	0	0.26

【表2】

【表2】

	繊維物性				カーボン粒子の分散性		
	繊維度 (D)	強度 (g/d)	伸度 (%)	耐候性 強度保持率 (%)	分散粒子 の最大径 ( $\mu$ m)	フィラメント 表面の亀裂 の有無	ロール摩 耗性
実施例1	840	8.7	26.7	93.2	240	無	◎
実施例2	842	8.6	26.0	92.8	200	無	◎
実施例3	839	8.7	25.8	91.7	190	無	◎
比較例1	839	7.5	22.6	92.5	420	有	×
比較例2	841	7.6	23.6	93.0	550	有	×
比較例3	842	8.2	24.2	92.8	320	僅かに有	×
比較例4	842	8.6	25.2	45.2	—	無	◎

【0065】

【比較例1～4】実施例1～3で用いたチャンネルタイプカーボンブラックの代わりに、従来のファーンスタイプカーボンブラックまたは有機顔料を黒原着剤として用いたマスターチップを用い、実施例1～3と同様の方法で製糸した結果を、表1および表2に比較例1～4として併せて示した。

【0066】表1および表2の結果から明らかなように、ファーンスタイプカーボンブラックを用いた場合は、強度、伸度が低く、ロール摩耗を生じ、しばしば糸切れを生じるばかりか、延伸直前の5%ストレッチ時の張力が著しくアップするという問題を生じる。

【0067】一方、有機顔料を用いた場合は、繊維物性、製糸性共に良好でロール摩耗も生じなかったが、従来の黒原着ポリアミド繊維に比べて、耐候性が著しく劣っていた。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、強度8.0g/d以上、伸度22%以上と、従来にない高タフネスを有しており、かつすぐれた耐候性も保持しているため、漁網、ベル

ト、紐、土木ネットおよびターポリンなどの産業資材用途に望ましく適用することができる。そして、特に従来の黒原着ポリアミド繊維よりも高タフネスである特徴を生かして、製品中の繊維の量を減少させることができるため、軽量化でき、製造コスト面でも有利である。

【0069】また、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、チャンネルタイプカーボンブラックの粒子が、ポリアミド中できわめて微分散しているため、カーボンブラックの含有量が数十%少なくても鮮明な黒色に発色するという特徴を有している。

【0070】さらに、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維の製造過程および繊維の製品化加工工程においては、繊維がロール、熱板およびガイドなどの金属と接触しても、金属の摩耗が著しく軽減されるため、これら金属装置および部品などの交換周期が延長できるという利点を有する。

【0071】また、本発明の高タフネス黒原着ポリアミド繊維は、産業資材用ポリアミド繊維以外の、例えばカーペット用黒原着糸、カーボンブラック入り導電性芯鞘繊維、黒原着太繊維モノフィラメント、あるいはポリアミド繊維以外の黒原着繊維にも適用することができる。